

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

EXPRESS MAIL NO. EV351235119US

Applicant : Koji Fukuoka, et al.  
Application No. : N/A  
Filed : November 10, 2003  
Title : KNOCK DETECTION DEVICE

Grp./Div. : N/A  
Examiner : N/A

Docket No. : 51454/DBP/A400

LETTER FORWARDING CERTIFIED  
PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450


Post Office Box 7068  
Pasadena, CA 91109-7068  
November 10, 2003

Commissioner:

Enclosed is a certified copy of Japanese patent Application No. 2002-351506, which was filed on December 3, 2002, the priority of which is claimed in the above-identified application.

Respectfully submitted,

CHRISTIE, PARKER & HALE, LLP

By   
D. Bruce Prout  
Reg. No. 20,958  
626/795-9900

DBP/aam  
Enclosure: Certified copy of patent application

AAM PAS535716.1-\*11/10/03 10:15 AM

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 2 月    3 日  
Date of Application:

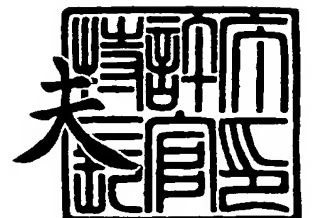
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 5 1 5 0 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 3 5 1 5 0 6 ]

出 願 人            富士通テン株式会社  
Applicant(s):        トヨタ自動車株式会社

2 0 0 3 年    8 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1024446

【提出日】 平成14年12月 3日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G01L 23/22  
F02D 45/00

【発明の名称】 ノッキング検出装置

【請求項の数】 5

【発明者】

    【住所又は居所】 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号 富士通テ  
ン株式会社内

    【氏名】 福岡 亘二

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 笠島 健司

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 宮野尾 裕二

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 吉見 政史

【特許出願人】

    【識別番号】 000237592

    【氏名又は名称】 富士通テン株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 000003207

    【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

**【代理人】****【識別番号】** 100077517**【弁理士】****【氏名又は名称】** 石田 敬**【電話番号】** 03-5470-1900**【選任した代理人】****【識別番号】** 100092624**【弁理士】****【氏名又は名称】** 鶴田 準一**【選任した代理人】****【識別番号】** 100107294**【弁理士】****【氏名又は名称】** 妻鹿 恒雄**【選任した代理人】****【識別番号】** 100082898**【弁理士】****【氏名又は名称】** 西山 雅也**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 036135**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9814498**【包括委任状番号】** 0211566**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノッキング検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の気筒内圧力を検出する気筒内圧力検出手段によって検出された複数サイクル分の気筒内圧力に基づきノッキング判定用閾値を算出する閾値算出手段と、

前記閾値算出手段により算出された閾値に基づいてノッキングの発生を判定するノッキング発生判定手段を具備するノッキング検出装置において、

前記気筒内圧力検出手段によって検出された気筒内圧力から、各サイクルの最大気筒内圧力を検出する最大気筒内圧力検出手段と、

前記気筒内圧力検出手段によって検出された気筒内圧力から抽出された各サイクルの気筒内圧力変動の最大値を検出する最大気筒内圧力変動検出手段と、

所定サイクルにおける、前記最大気筒内圧力変動検出手段で検出された最大気筒内圧力変動と前記最大気筒内圧力検出手段で検出された最大気筒内圧力に基づいて大ノッキングの発生を判定する大ノッキング発生判定手段をさらに具備するノッキング検出装置。

【請求項 2】 前記大ノッキング発生判定手段が、所定サイクルにおける、前記最大気筒内圧力変動検出手段で検出された最大気筒内圧力変動が前記最大気筒内圧力検出手段で検出された最大気筒内圧力の 1 より大きい所定数分の 1 以上であるときに大ノッキング発生と判定するものである請求項 1 に記載のノッキング検出装置。

【請求項 3】 前記大ノッキング発生判定手段で使用する 1 より大きい所定数が、内燃機関の回転数の関数として設定される請求項 2 に記載のノッキング検出装置。

【請求項 4】 前記大ノッキング発生判定手段で使用する 1 より大きい所定数を、過去の運転条件とノッキング発生状況に基づいて学習する学習手段を更に具備する請求項 2 又は 3 に記載のノッキング検出装置。

【請求項 5】 前記最大気筒内圧力検出手段が、各サイクルの気筒内圧力の最大値と最小値の差を最大気筒内圧力として検出するものである請求項 1 から 4

のいずれか一項に記載のノッキング検出装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関のノッキング検出装置に係り、特に大ノッキングを迅速かつ正確に検出可能なノッキング検出装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

新開発された自動車用内燃機関を実際の自動車に適用するためには、予想される種々の運転条件で実際に内燃機関を運転して、内燃機関制御用コンピュータに設定すべきパラメータ（燃料噴射量、点火時期、バルブ開閉タイミング等）の最適値を決定する適合という作業が必要となる。

【 0 0 0 3 】

この適合作業をすべて人力で行う場合には、多くの時間（工数）が必要となるため、ノッキング判定用の閾値の算出作業を自動化する下記の方法が提案されている。

【 0 0 0 4 】

図 1 は従来のノッキング検出方法が適用される適合試験装置の機能線図であって、内燃機関 1 0 の気筒には気筒内圧力を計測する圧力センサ 1 0 1 ～ 1 0 4 （ 4 気筒の場合）が設置されている。

【 0 0 0 5 】

圧力センサ 1 0 1 ～ 1 0 4 で測定された気筒内圧力は増幅回路 1 1 を介して高速データログ 1 2 で収集される。なお、高速データログ 1 2 では内燃機関の回転角度も収集される。

【 0 0 0 6 】

データログ 1 2 で収集されたデータは気筒内圧力解析用パソコン 1 3 に伝送され、ノッキング判定用閾値を算出している。

【 0 0 0 7 】

ここで、適切な閾値を決定するためには、例えば約 1 0 秒（数百サイクル）間

気筒内圧力を検出して、その結果を処理する必要がある（例えば特許文献 1 参照）。

#### 【0 0 0 8】

また、気筒内圧力と負荷情報に基づいてノッキングが発生しているか否かを判定する方法もすでに提案されている（例えば特許文献 2 参照）。

#### 【0 0 0 9】

##### 【特許文献 1】

特願 2 0 0 2 - 1 5 4 6 1 8 （ [ 0 0 6 7 ] 、図 1）

##### 【特許文献 2】

特開 2 0 0 1 - 3 2 7 4 4 （ [ 0 0 0 5 ] 、図 3）

#### 【0 0 1 0】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ノッキングの規模が大きい場合（大ノッキングが発生した場合）には内燃機関を機械的に損傷するおそれがあるため、直ちに点火角を遅延させる、吸気弁の開弁タイミングを遅くする等のノッキング抑制策を施すことが必要となるが、従来から使用されているノッキング検出方法は閾値決定までに約 1 0 秒を要するため閾値が決定される前に大ノッキングが発生した場合には内燃機関に損傷が発生することを回避できない。

#### 【0 0 1 1】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであって、ノッキングを正確かつ自動的に検出できるだけでなく、大ノッキングを迅速に検出することの可能なノッキング検出装置を提供することを目的とする。

#### 【0 0 1 2】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係るノッキング検出装置は、内燃機関の気筒内圧力を検出する気筒内圧力検出手段によって検出された複数サイクル分の気筒内圧力に基づきノッキング判定用閾値を算出する閾値判定手段と、閾値算出手段により算出された閾値に基づいてノッキングの発生を判定するノッキング発生判定手段を具備するノッキング検出装置において、気筒内圧力検出手段によって検出された気筒内圧力から

各サイクルの最大圧力を検出する最大気筒内圧力検出手段と、気筒内圧力検出手段によって検出された気筒内圧力から抽出された各サイクルの最大値を検出する最大気筒内圧力変動検出手段と、所定サイクルにおける最大気筒内圧力変動検出手段で検出された最大気筒内圧力変動と最大気筒内圧力検出手段で検出された最大気筒内圧力に基づいて大ノッキングの発生を判定する大ノッキング発生判定手段をさらに具備する。

#### 【0013】

本発明にあっては、気筒内圧力の変動の最大値と最大気筒内圧力に基づいて大ノッキングの発生が判定される。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

図2は本発明に係るノッキング検出装置が適用される適合試験装置の機能線図であって、内燃機関20には気筒内圧力センサ201～204が取り付けられており、気筒内圧力センサ201～204の出力はノッキング検出装置21に送られる。

#### 【0015】

ノッキング検出装置21から出力されるノッキング情報は適合試験装置22に送られ、さらに適合試験装置22から出力される試験条件は制御ECU23に出力される。

#### 【0016】

そして、制御ECU23から出力される点火タイミング、バルブ開閉タイミング、燃料噴射タイミング等に基づいて内燃機関20が運転される。

#### 【0017】

図3は適合試験のフローチャートであって、ステップ31で試験条件を設定して内燃機関の運転を開始し、ステップ32でノッキング検出処理を行う。

#### 【0018】

ステップ33でノッキング検出処理の結果に基づきノッキングが発生しているか否かを判定し、ノッキングが発生していない時はステップ34で適合データを収集する。



**【0019】**

そしてステップ35において全運転条件で試験が終了したかを判定し、終了していないときはステップ31に戻る。

**【0020】**

なお、ステップ35において全運転条件で試験が終了したと判定されたときはこの試験を終了する。

**【0021】**

ステップ33でノッキングが発生していると判定されたときは、ステップ36で例えば点火タイミングを遅くする等のノッキング抑制処理を施してステップ31に戻り、新たな運転条件を設定する。

**【0022】**

図4は本発明に係るノッキング検出装置で実行されるノッキング検出処理の詳細フローチャートであって、ステップ41で気筒内圧力を計測し、ステップ42で気筒内圧力変動 $\Delta P$ を算出する。

**【0023】**

図5は気筒内圧力変動算出方法の説明図であって、(イ)は上死点を基準( $0^\circ$ )としたときのクランク角度が $-30^\circ$ から $120^\circ$ までの気筒内圧力を示す。気筒内圧力 $P$ は約 $0^\circ$ から $30^\circ$ の間で最大圧力 $P_{\max}$ となるが、最大圧力 $P_{\max}$ 近傍で高い周波数で振動する。

**【0024】**

(ロ)はピーク近傍の拡大図であって、●は気筒内圧力のサンプリング点を表す。本発明では、気筒内圧力変動 $\Delta P$ を気筒内圧力の極小値と直後の極大値の差と定義して、(ハ)に示すような気筒内圧力変動 $\Delta P$ の時系列を算出する。

**【0025】**

次にステップ42で大ノッキング処理を実行する。

**【0026】**

図6は、ステップ43で実行される大ノッキング判定処理のフローチャートであって、ステップ431で気筒内圧力変動 $\Delta P$ の時系列の中から最大気筒内圧力変動 $\Delta P_{\max}$ を探索する。

**【0027】**

即ち、最大圧力  $P_{\max}$  と最大気筒内圧力変動  $\Delta P_{\max}$  は図 5 (イ) に示す値となる。

**【0028】**

次にステップ 432 で最大気筒内圧力変動  $\Delta P_{\max}$  と最大圧力  $P_{\max}$  の  $1/n$  の比  $R$  を算出してこのルーチンを終了する。

**【0029】**

ここで、 $n$  は経験に基づき一定値として設定されるが、内燃機関の回転数の関数として設定してもよい。例えば回転数 1000 rpm のときに  $n=100$ 、回転数 6000 rpm のときに  $n=3$  に設定することができる。

**【0030】**

さらに、予め設定された  $n$  を  $\alpha$  倍して、大ノッキングと判定する閾値を変更可能としてもよい。

**【0031】**

さらに、先に適合試験を行ったときのノッキングの発生状況に応じて、 $n$  の値を修正し、次の適合試験に使用するようにしてもよい。

**【0032】**

図 4 のノッキング検出処理の詳細フローチャートに戻り、大ノッキング処理の結果に基づいてステップ 44 で大ノッキング有りを判定する。

**【0033】**

即ち、大ノッキング処理で算出された最大気筒内圧力変動  $\Delta P_{\max}$  と最大圧力  $P_{\max}$  の  $1/n$  の比  $R$  が “1.0” 以上であれば大ノッキング有りと判定し、比  $R$  が “1.0” 未満であれば大ノッキングは発生していないと判定する。

**【0034】**

ステップ 44 で肯定判定されたとき、即ち、大ノッキング有りと判定されたときは直ちにこのルーチンを終了して、図 3 の適合試験ルーチンのステップ 33 に進む。

**【0035】**

大ノッキングが発生している場合は、ステップ 33 でも肯定されて直ちにステ

ップ 37 に進みノッキング抑制処理が実行されて、内燃機関 20 に損傷が発生する前にノッキングを抑制することが可能となる。

#### 【0036】

大ノッキングが発生していない場合は、第一のノッキング検出処理のステップ 44 で否定判定されてステップ 45 で通常ノッキング処理を行い、ステップ 46 で通常ノッキング閾値を再算出する。

#### 【0037】

そして、ステップ 46 で閾値が再算出の前後で収斂しているかを判定し、収斂していないときはステップ 45 に戻る。逆に収斂したと判定されたときはこのルーチンを終了する。

#### 【0038】

通常ノッキング処理及び通常ノッキング閾値再算出は、周知の方法を適用することが可能であるが、例えば以下の方法を使用することができる。

#### 【0039】

図 7 はノッキング検出処理ルーチンのステップ 45 で実行される通常ノッキング処理のフローチャートであって、ステップ 451 で気筒内圧力変動  $\Delta P$  の平均値  $\Delta P_m$  及び標準偏差  $\sigma$  を算出する。

#### 【0040】

次にステップ 452 で第一の閾値  $TH1$  を  $\Delta P_m + 3\sigma$  に、第二の閾値  $TH2$  を  $\Delta P_m$  に設定する。

#### 【0041】

ステップ 453 で最大気筒内圧力変動  $\Delta P_{max}$  が第一の閾値  $TH1$  以上であるかを判定し、ステップ 454 で気筒内圧力変動  $\Delta P$  の中で第二の閾値  $TH2$  以上である個数  $n$  が、所定数、例えば “5” 以上であるかを判定する。

#### 【0042】

ステップ 453 及び 454 でともに肯定判定されたときは、ステップ 455 でノッキング発生と判定する。

#### 【0043】

ステップ 453 及び 454 の少なくとも一方で否定されたときは、気筒内圧力

変動 $\Delta P$ をノイズであると判定する。

【0044】

図8はノッキング検出処理ルーチンのステップ46で実行される通常ノッキング閾値再算出処理のフローチャートであって、ステップ461でノイズとみなされた気筒内圧力変動を使用して第一の閾値TH1及び第二の閾値TH2を再算出する。

【0045】

そして、ノッキング検出処理において第一の閾値TH1及び第二の閾値TH2とその再算出値がほぼ一致したときは、処理は収斂したものとしてノッキング検出処理を終了する。

【0046】

図3の適合試験ルーチンに戻って、ステップ33でノッキングが発生しているかを判定し、肯定判定されたときはステップ36でノッキング抑制処理を実行してステップ31に戻る。

【0047】

ステップ33で否定判定されたときは、ステップ34に進み内燃機関の運転状態を適合データとして収集する。

【0048】

ステップ35において全運転条件で試験を終了したかを判定し、試験を終了していないときはステップ31に戻って試験条件を変更して適合試験を継続する。

【0049】

なお、本発明においては一定時間ごとあるいは一定回転角度ごとに気筒内圧力を検出することが必要であるが、検出周期が短くするに依じて適合試験装置の負荷は増加するので、適合試験装置の能力に応じた最適な検出周期を決定することが必要である。

【0050】

また、4サイクル内燃機関にあつては、クランク角度にして $0^{\circ} \sim 720^{\circ}$ の全域にわたって気筒内圧力を検出することが望ましいが、適合試験装置の負荷を低減するために、上死点を中心とする所定範囲、例えば $\pm 180^{\circ}$ の気筒内圧力

を検出してもよく、さらに負荷を低減するには最大気筒内圧力  $P_{\max}$  及び最大気筒内圧力変動  $\Delta P_{\max}$  を算出できる範囲、例えば上死点  $\sim 90^\circ$  の範囲で気筒内圧力を検出してもよい。

#### 【0051】

なお、最大気筒内圧力  $P_{\max}$  は検出された気筒内圧力の最大値と最小値の差として算出される。

#### 【0052】

さらに、大ノッキングが発生している状況では気筒内圧力変動は大きくなるので、最大気筒内圧力  $P_{\max}$  を正確に算出するためには圧力センサの出力をローパスフィルタでフィリタリングした信号に基づいて最大気筒内圧力  $P_{\max}$  を算出することが望ましい。

#### 【0053】

さらに、圧力センサの後段にピークホールド回路を挿入すれば、気筒内圧力の最大値及び最小値をハードウェア的に検出することができ、適合試験装置の負荷を低減することが可能となる。

#### 【0054】

さらに、運転条件によっては大ノッキングが発生する可能性がない場合もあるので、この場合には大ノッキング監視を省略してもよい。

#### 【0055】

上記実施形態においては、通常ノッキング判定、通常ノッキング閾値再計算及び適合データ収集の各処理を実行中は、大ノッキング発生を監視していない。

#### 【0056】

適合試験中に常時大ノッキング発生を監視する第二の実施形態にあっては、大ノッキング発生監視ルーチンを適合試験ルーチンから独立させることが必要である。

#### 【0057】

図9は第二の実施形態において適合試験ルーチンと並列に実行される大ノッキング発生監視ルーチンのフローチャートであって、ステップ91で気筒内圧力を計測する。

**【0058】**

そして、ステップ92で気筒内圧力変動 $\Delta P$ を算出し、ステップ93で大ノッキング判定を行うが、処理の内容は前述した通りである。

**【0059】**

ステップ94で大ノッキングが発生していると判定されたときは、ステップ95でノッキング抑制処理を実行して、このルーチンを終了する。

**【0060】**

逆に、ステップ94で大ノッキングが発生していないと判定されたときは、直接このルーチンを終了する。

**【0061】**

図10は、第二の実施形態で適用される第二のノッキング検出処理の詳細フローチャートであって、ステップ43及び44が削除されている以外第一のノッキング検出処理と同一である。

**【0062】**

本発明に係るノッキング検出装置によれば、従来のノッキング検出方法で使用されていた気筒内圧力センサを使用して、即ち新たなセンサを追加することなく大ノッキングを正確かつ迅速に検出することが可能となる。

**【0063】**

従って適合作業を短時間で行うことができるだけでなく、適合対象の内燃機関を破損を回避することもできる。

**【0064】**

なお、本発明は通常走行中に発生する大ノッキングの検出にも適用できることは明らかである。

**【0065】****【発明の効果】**

本発明に係るノッキング検出装置によれば、従来のノッキング検出方法で使用されていた気筒内圧力センサで検出される1サイクルの気筒内圧力の高い周波数の変動の最大値と最大気筒内圧力に基づいて大ノッキングが発生しているか否かを正確かつ迅速に判定することができるので、大ノッキングが発生した場合でも

直ちにロック抑制策を施すことができ、内燃機関を損傷することを防止できる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】**

従来の適合試験装置の機能線図である。

**【図 2】**

本発明に係るロック検出装置が適用される適合試験装置の機能線図である。

**【図 3】**

適合試験ルーチンのフローチャートである。

**【図 4】**

第一のロック検出処理の詳細フローチャートである。

**【図 5】**

気筒内圧力変動算出方法の説明図である。

**【図 6】**

大ロック処理のフローチャートである。

**【図 7】**

通常ロック処理のフローチャートである。

**【図 8】**

通常ロック閾値再算出掘のフローチャートである。

**【図 9】**

大ロック発生監視ルーチンのフローチャートである。

**【図 10】**

第二のロック検出処理の詳細フローチャートである。

**【符号の説明】**

20…内燃機関

201～204…気筒内圧力センサ

21…ロック検出装置

22…適合試験装置

2 3 …制御 E C U



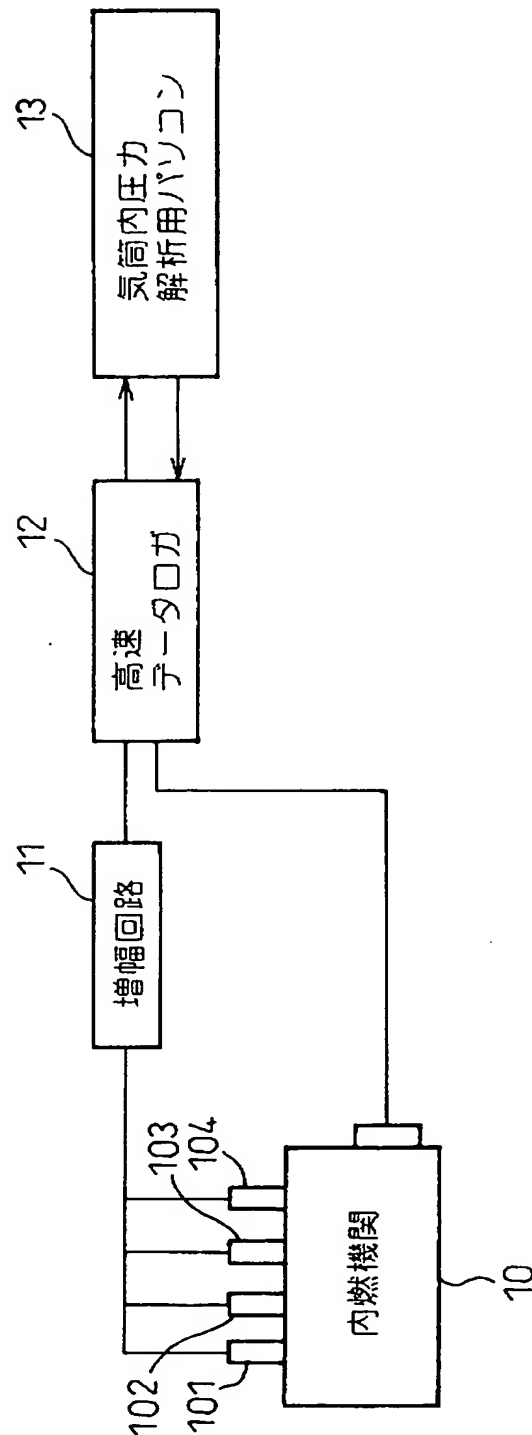
【書類名】

図面

【図 1】

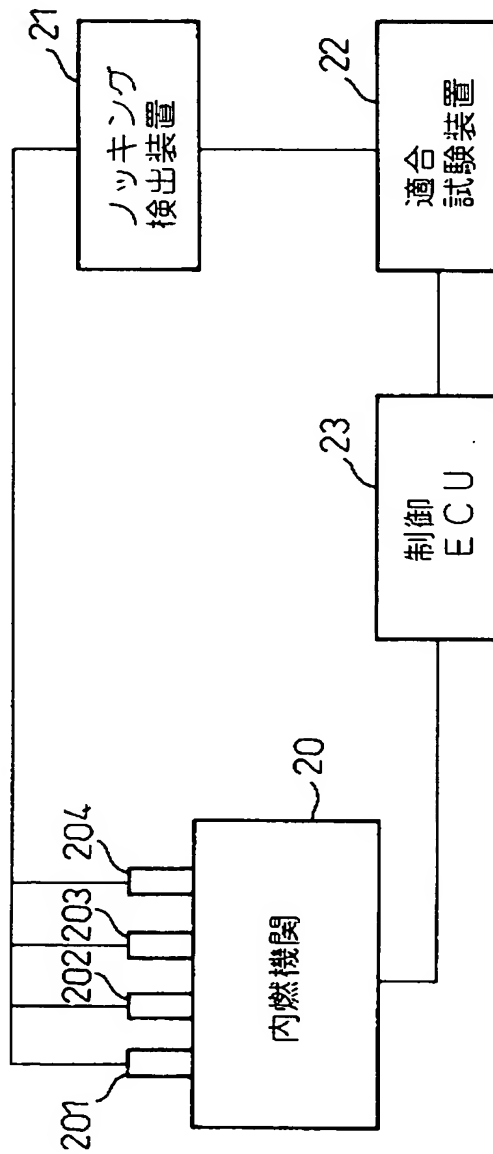
図 1

従来の適合試験装置の機能線図



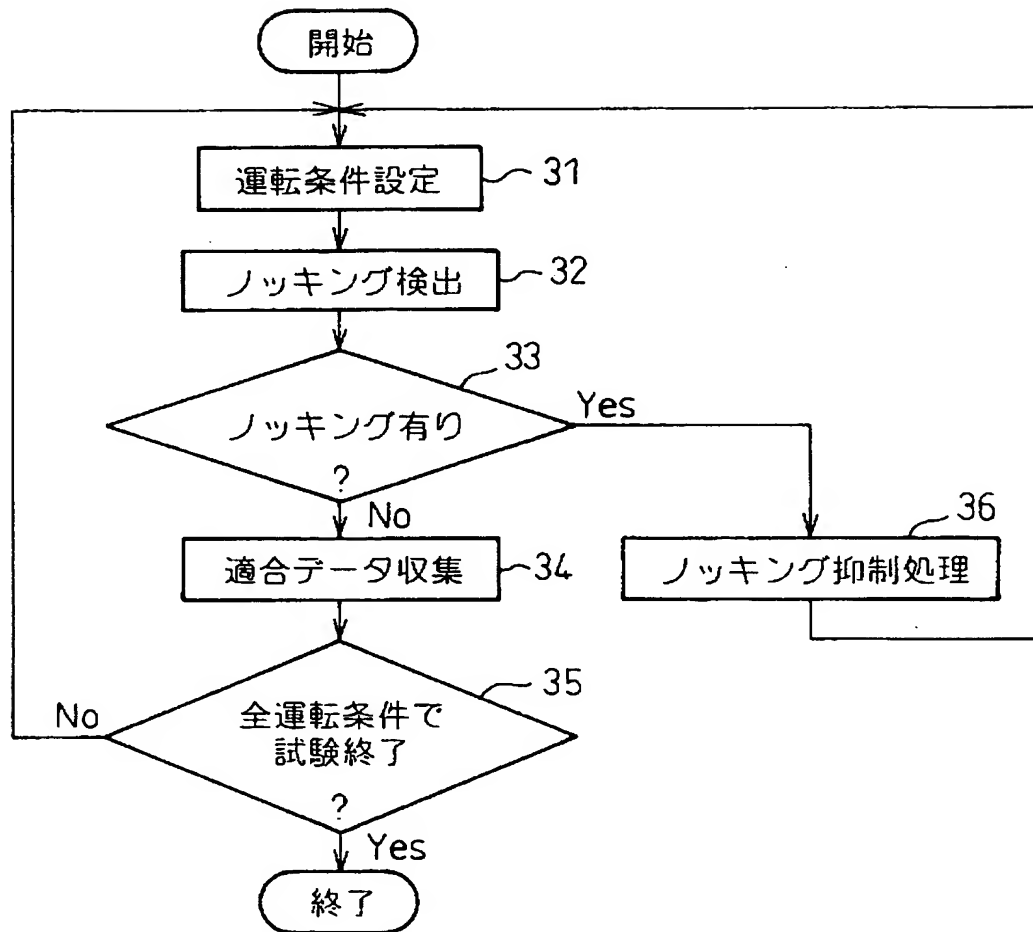
【図 2】

図 2 本発明に係るノッキング検出装置が適用される適合試験装置の機能線図



【図 3】

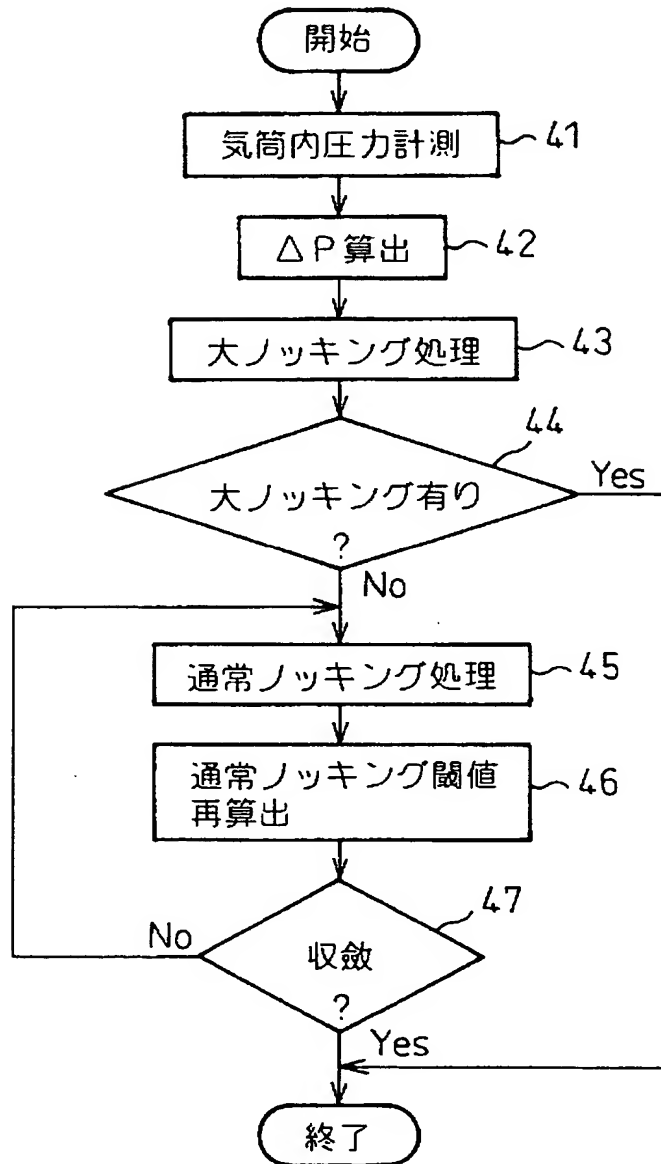
図 3 適合試験ルーチンのフローチャート



【図 4】

図 4

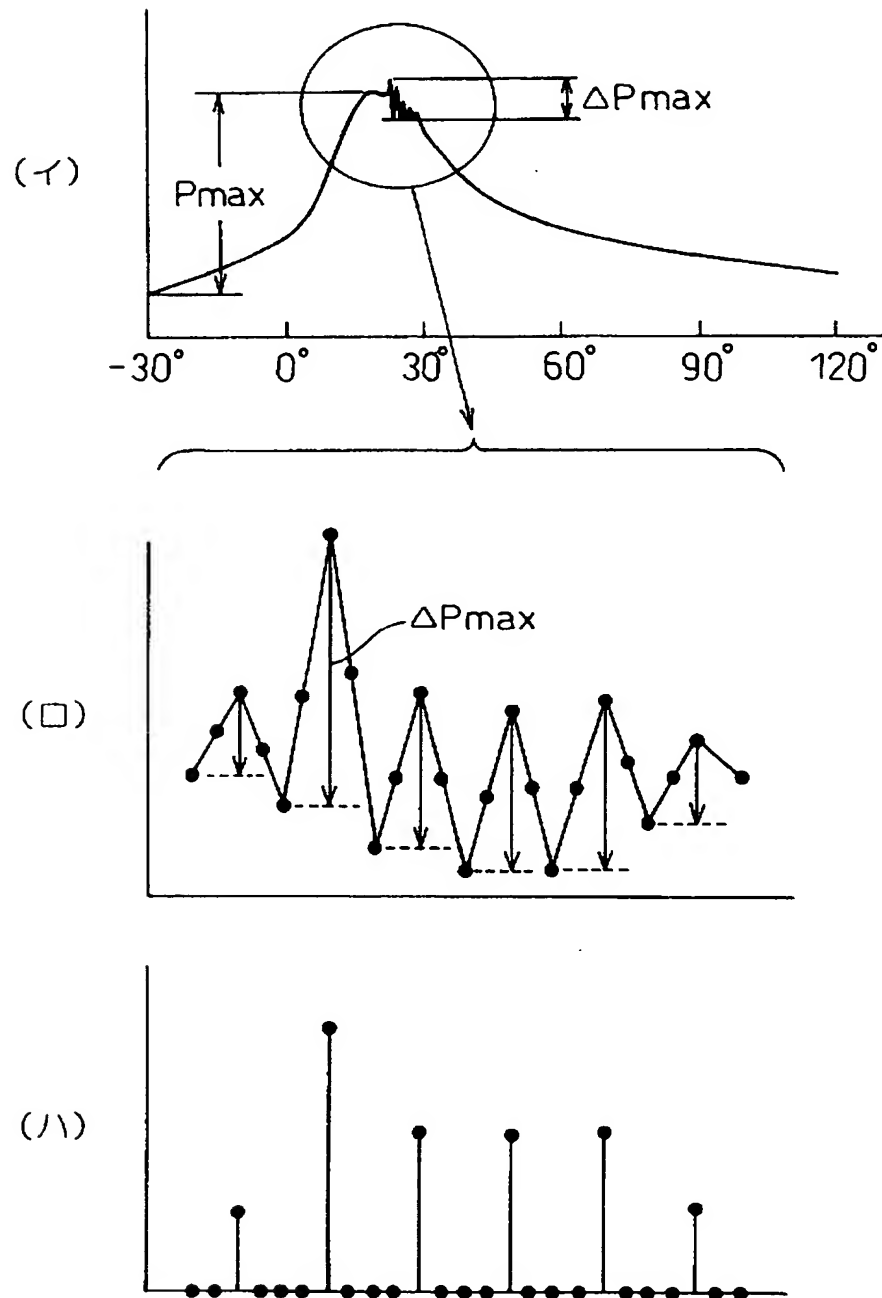
第一のノッキング検出処理の詳細フローチャート



【図 5】

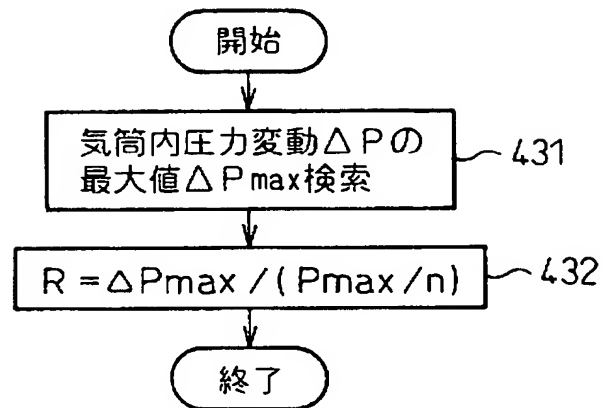
図 5

気筒内圧力変動算出方法の説明図



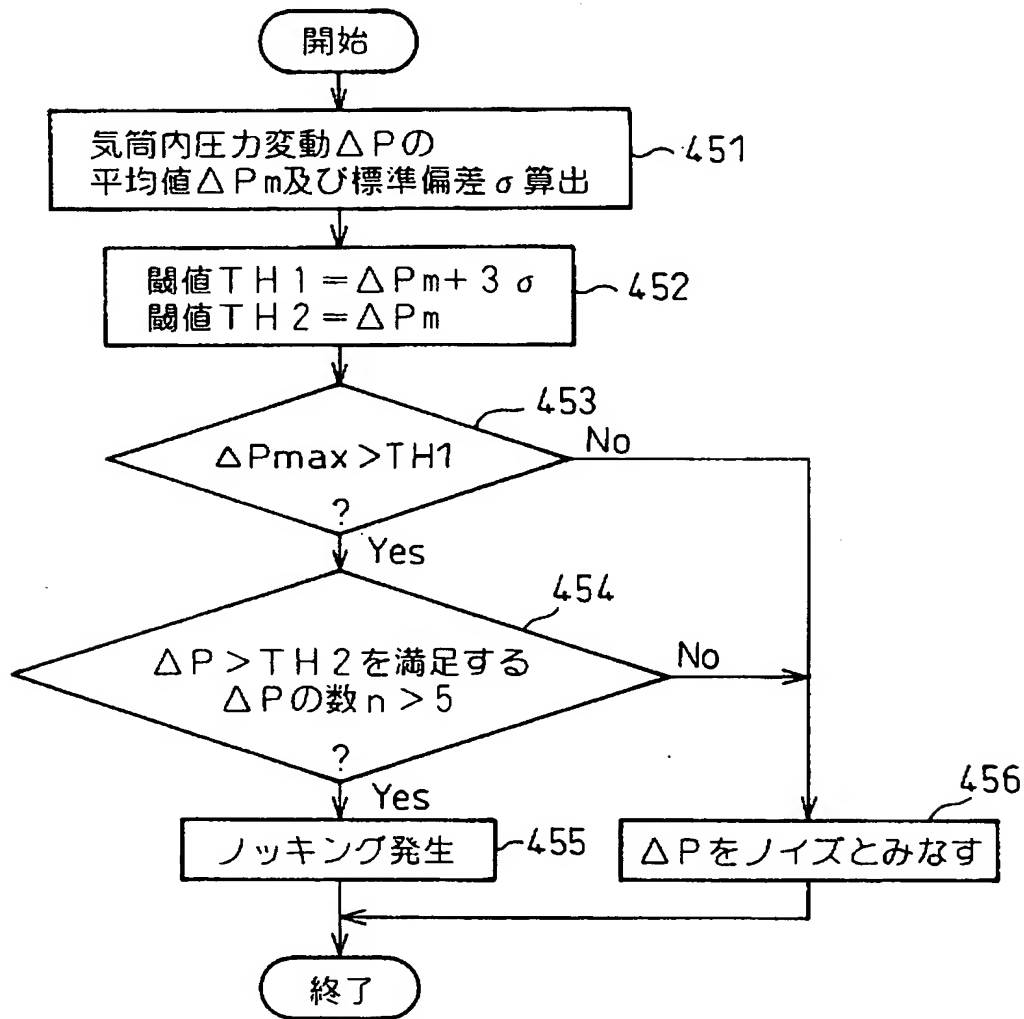
【図 6】

図 6 大ノッキング処理のフローチャート



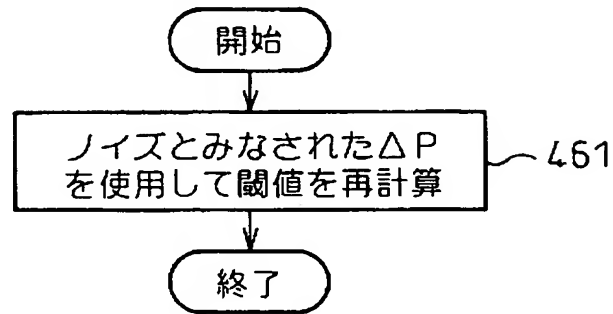
【図 7】

図 7 通常ノッキング処理のフローチャート



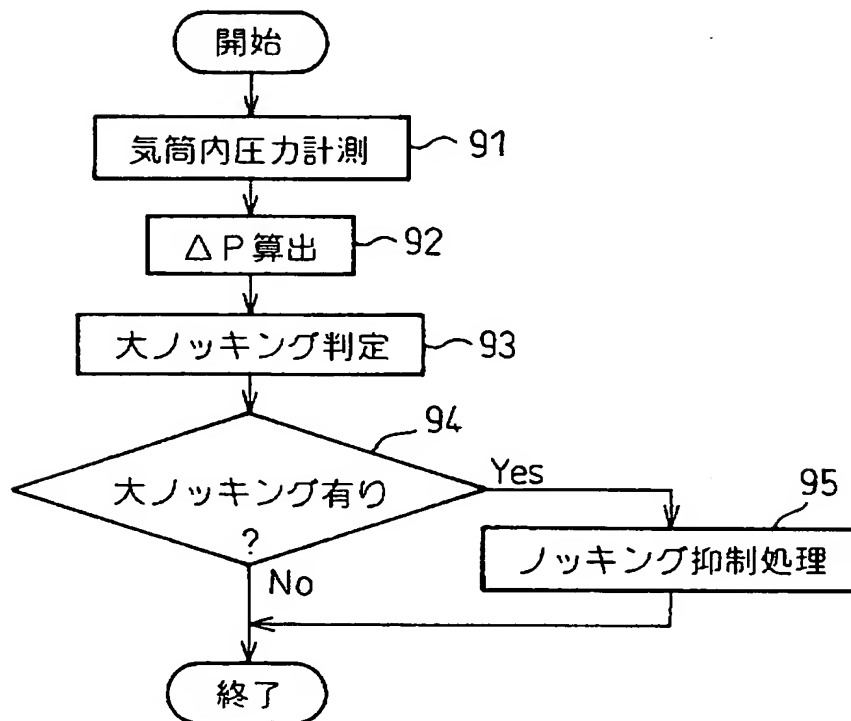
【図 8】

図 8 通常ノッキング閾値再算出処理のフローチャート



【図 9】

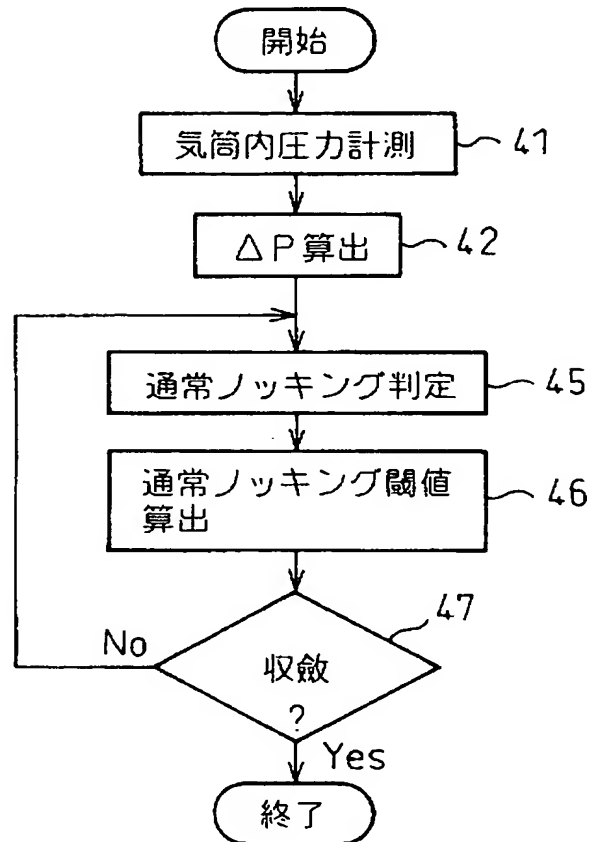
図 9 大ノッキング発生監視ルーチンのフローチャート





【図 10】

図10 第二のノッキング検出処理の詳細フローチャート



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノッキングを正確に検出できるだけでなく、大ノッキングを迅速に検出することの可能なノッキング検出装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関の気筒に取り付けられた圧力センサにより気筒内圧力が検出される。気筒内圧力の変動の最大値と気筒内圧力の最大圧力の所定数分の 1 の比に基づいて大ノッキングが発生しているか否かを判定するので、大ノッキングの発生を迅速に検出することが可能となる。大ノッキングが発生したと判定されたときは直ちに点火角度を遅延させる等のノッキング抑制策を施すことにより、内燃機関に損傷が発生することを防止できる。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 3 5 1 5 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 7 5 9 2 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号

氏 名

富士通テン株式会社

特願 2 0 0 2 - 3 5 1 5 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社